



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

REC'D 12 JUL 2004

WIPO PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03405575.6

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03405575.6  
Demande no:

Anmelde tag:  
Date of filing: 04.08.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

SULZER PUMPEN AG  
Zürcherstrasse 12  
8401 Winterthur  
SUISSE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Laufrad für Pumpen

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

FO4D29/22

Am Anmelde tag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

Sulzer Pumpen AG, CH-8401 Winterthur (Schweiz)

5

Laufrad für Pumpen

Die Erfindung betrifft ein Laufrad für Pumpen, insbesondere Radialpumpen, gemäss Oberbegriff von Anspruch 1, und eine Pumpe, insbesondere Radialpumpen, mit einem derartigen Laufrad, sowie ein Verfahren zum  
10 Betrieb einer derartigen Pumpe.

In Kreiselpumpen mit einem oder mehreren Laufrädern kann die Resultierende aller auf das Laufrad beziehungsweise die Laufräder einwirkenden Axialkräfte im Betrieb beachtliche Werte erreichen. Ohne zusätzliche Massnahmen würde diese Resultierende, die als Axialschub  
15 bezeichnet wird, über die Pumpenwelle auf die Lager übertragen und dieselben entsprechend stark belasten. Aus dem Stand der Technik sind geeignete konstruktive Massnahmen bekannt, um den Axialschub zu verringern, beispielsweise durch eine zweiströmige Pumpenanordnung mit spiegelsymmetrischer Ausbildung der Laufräder oder bei einströmigen  
20 Pumpen durch Anbringen von Dichtungsspalten auf beiden Seiten des Laufrades und Öffnungen im Laufrad, welche die Saugseite mit der Rückseite des Laufrades verbinden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Pumpenwelle mittels einer geeigneten Entlastungseinrichtung, wie beispielsweise einem Entlastungsring oder -Kolben, vom Axialdruck zu  
25 entlasten.

Zur Charakterisierung eines Kreiselpumpenlaufrades wird häufig die spezifische Drehzahl  $n_q$  verwendet, die sich in bekannter Weise aus

Förderstrom Q, Förderhöhe H und Drehzahl n berechnet. In Pumpen für kleine spezifische Drehzahlen  $n_q$  von beispielsweise kleiner 15 min.<sup>-1</sup>, entsprechend einer vergleichsweise grossen Förderhöhen von beispielsweise grösser 50, 75 oder 150 m und vergleichsweise kleinen Fördermengen von beispielsweise kleiner 100, 50 oder 25 m<sup>3</sup>/h, insbesondere in derartigen Prozesspumpen, stellt sich das Problem, dass die oben angeführten Massnahmen für den Axialschubausgleich nur beschränkt eingesetzt werden können. So bedeutet eine zweiströmige Ausführung einer Pumpe für kleine Fördermengen einen beträchtlichen zusätzlichen Aufwand gegenüber einer einströmigen Ausführung. Ein Entlastungskolben ist ebenfalls vergleichsweise aufwändig und wird deshalb vorwiegend in grösseren, mehrstufigen Pumpen eingesetzt. Für eine einstufige Prozesspumpe werden normalerweise Dichtungsspalte auf beiden Seiten des Laufrades und Öffnungen im Laufrad vorgesehen. Ein Axialschubausgleich mittels Dichtungsspalte auf beiden Seiten des Laufrades und Öffnungen im Laufrad ist jedoch nur bei geschlossenen Laufrädern möglich. Bei geschlossenen Laufrädern mit kleinen spezifischen Drehzahlen  $n_q$  stellt sich das Problem der Herstellung, da die Austrittsbreiten derartiger Laufräder im Bereich weniger mm liegen und die Herstellung von geschlossenen Laufrädern mit kleinen Austrittsbreiten giesstechnisch schwierig und aufwändig ist.

Ein weiterer Nachteil geschlossener Laufräder sind die hohen Radreibungsverluste, (auch Radseitenreibungsverluste genannt) und Leckverluste, die derartige Laufräder bei kleinen spezifischen Drehzahl  $n_q$  aufweisen. Bei einer spezifischen Drehzahl  $n_q$  von beispielsweise 8 min.<sup>-1</sup> beträgt allein der Radreibungsverlust 30 % oder mehr. Geschlossene Laufräder für kleine spezifische Drehzahlen  $n_q$  weisen deshalb einen vergleichsweise tiefen Wirkungsgrad auf.

Aus den oben genannten Gründen werden Laufräder für spezifische Drehzahlen  $n_q$  kleiner 10 oder 15 min.<sup>-1</sup> häufig halboffen ausgeführt. Dies hat giesstechnische Vorteile und die Radreibung halboffener Laufräder ist deutlich geringer als diejenige geschlossener Laufräder. Halboffene Laufräder für spezifische Drehzahlen  $n_q$  kleiner 10 oder 15 min.<sup>-1</sup> haben jedoch den Nachteil, dass der Axialschubausgleich schwierig ist und die Radreibungsverluste immer noch sehr hoch sind.

Ein zusätzliches Problem von geschlossenen und halboffenen Laufrädern für kleine spezifische Drehzahlen  $n_q$  ist die Neigung zur Instabilität im Teillastbereich, d.h. derartige Laufräder weisen eine Kennlinie auf, die entweder instabil (entsprechend einer fallenden Kennlinie, wenn der Förderstrom Q gegen Null geht) oder nur knapp stabil ist (entsprechend einer Kennlinie ohne nennenswerten Anstieg, wenn Q gegen Null geht).

- 5 Förderstrom Q gegen Null geht) oder nur knapp stabil ist (entsprechend einer Kennlinie ohne nennenswerten Anstieg, wenn Q gegen Null geht).

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Laufrad für Pumpen, insbesondere Radialpumpen, zur Verfügung zu stellen, das auch bei spezifischen Drehzahlen  $n_q$  unter  $15 \text{ min}^{-1}$  einen sicheren Axialschubausgleich ermöglicht,

- 10 vergleichsweise günstig herstellbar ist, verglichen mit einem entsprechend dimensionierten geschlossenen oder halboffenen Laufrad geringere Radreibungsverluste aufweist und im Teillastbereich eine stabile Kennlinie besitzt. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Pumpe, insbesondere Radialpumpe, mit einem derartigen Laufrad zur Verfügung zu stellen sowie 15 ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen Pumpe.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das in Anspruch 1 definierte Laufrad, und die in Anspruch 8 definierte Pumpe gelöst, sowie durch das in Anspruch 10 definierte Verfahren.

- 20 Das erfindungsgemäße Laufrad für Pumpen, insbesondere Radialpumpen, umfasst eine oder mehrere Schaufeln und zusätzlich eine Zwischenwand, an welcher auf beiden Seiten je eine oder mehrere Schaufeln vorgesehen sind. In der Zwischenwand des Laufrades ist mindestens ein Durchlass ausgebildet, um einen gewünschten Förderstrom auf die Schaufeln auf 25 beiden Seiten der Zwischenwand zu verteilen. Vorzugsweise weist das Laufrad eine Saugseite auf, die in eingebautem Zustand des Laufrades zu einer Saugöffnung der Pumpe gerichtet ist, und vorzugsweise sind die Schaufeln auf der der Saugseite abgewandten Seite der Zwischenwand über den mindestens einen Durchlass mit der Saugseite verbunden.

- 30 In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Laufrad eine Nabe und in einem an die Nabe angrenzenden Bereich des Laufrades mehrere Durchlassöffnungen auf. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Laufrad zur Saugseite oder zu beiden Seiten hin offen. Vorzugsweise

umfassen die Schaufeln verkürzte Schaufeln, sogenannte Splitter Vanes. Vorzugsweise weist das Laufrad eine spezifische Drehzahl  $n_q$  im Bereich von 2 - 20 min.<sup>-1</sup>, insbesondere im Bereich von 5 - 12 min.<sup>-1</sup>, auf.

- Vorzugsweise sind die Schaufelaustrittskanten auf der Saugseite und/oder
- 5 auf der der Saugseite abgewandten Seite der Zwischenwand abgeschrägt. Vorteilhaft ist eine Abschrägung der Schaufeln auf der Saugseite, die zur Saugseite hin abfällt, während die Schaufeln auf der der Saugseite abgewandten Seite der Zwischenwand achsparallele Austrittskanten aufweisen. Die Abschrägung der Schaufelaustrittskanten unterstützt eine
- 10 geordnete Zirkulation, was besonders im Teillastbereich vorteilhaft ist.
- Vorzugsweise sind die Schaufeln auf beiden Seiten der Zwischenwand so ausgebildet sind, dass bei Teillast eine geordnete Zirkulation entsteht und das Laufrad eine Kennlinie aufweist, die stetig steigt, insbesondere stetig und deutlich steigt, wenn der Förderstrom Q gegen Null geht. Vorzugsweise sind
- 15 die Schaufeln dazu auf beiden Seiten der Zwischenwand unterschiedlich ausgebildet sind, beispielsweise indem die Schaufeln auf beiden Seiten der Zwischenwand unterschiedliche Abschrägungen der Austrittskanten und/oder unterschiedliche Schaufelaustrittswinkel  $\beta_2$  und/oder unterschiedliche Schaufelzahlen aufweisen.
- 20 Weiter umfasst die Erfindung eine Pumpe, insbesondere Radialpumpe, mit einem Laufrad gemäss oben stehender Beschreibung.

In dem erfindungsgemässen Verfahren zum Betrieb einer Pumpe, insbesondere Radialpumpe, mit mindestens einem Laufrad wird das Laufrad zusätzlich mit einer Zwischenwand versehen, an welcher auf beiden Seiten je

25 eine oder mehrere Schaufeln vorgesehen sind, und mit mindestens einem Durchlass, welcher die beiden Seiten verbindet. Im erfindungsgemässen Verfahren wird ein gewünschter Förderstrom auf die Schaufeln auf beiden Seiten der Zwischenwand verteilt, vorzugsweise indem ein Teil des Förderstromes durch den mindestens einen Durchlass von einer Seite der

30 Zwischenwand auf die andere Seite geführt wird.

- Das erfindungsgemäße Laufrad hat den Vorteil, dass die Aufteilung des Förderstromes auf die Schaufeln auf beiden Seiten der Zwischenwand einen sicheren Axialschubausgleich ermöglicht. Weiter zeichnet sich das Laufrad durch eine stabile Kennlinie und ein stabiles Teillastverhalten aus. In der
- 5 offenen Form ermöglicht das erfindungsgemäße Laufrad einen guten Wirkungsgrad, da die Radreibung, die insbesondere bei Laufrädern mit tiefen spezifischen Drehzahlen einen grossen Teil der Verluste ausmacht, vollständig wegfällt. Dank der offenen Form sind auch Schaufelaustrittsbreiten von wenigen mm sehr gut herstellbar beispielsweise mittels Giessen und/oder
  - 10 Fräsen. Die Aufteilung des Förderstromes auf die Schaufeln auf beiden Seiten der Zwischenwand ergibt eine reduzierte Schaufelbreite, was sich günstig auswirkt auf die Giessbarkeit und die Eigenfrequenz der Schaufeln. Bei Bedarf kann auch die Schaufeldicke gegenüber einem herkömmlichen Laufrad mit gleicher Förderhöhe und gleichem Förderstrom reduziert werden.
  - 15 Weitere vorteilhafte Ausführungsformen gehen aus den abhängigen Ansprüchen und der Zeichnung hervor.

Im Folgenden wird die Erfindung an Hand der Ausführungsbeispiele und an Hand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1a eine Schrägangsicht eines Ausführungsbeispiels eines Laufrades gemäss vorliegender Erfindung,
- 20 Fig. 1b das in Fig. 1a gezeigte Ausführungsbeispiel eines Laufrades von vorn,
- Fig. 2 eine Detailansicht einer Ausführungsvariante mit einer verkürzten Zwischenwand, und
- 25 Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel einer Prozesspumpe mit einem Laufrad gemäss vorliegender Erfindung.

Die Figuren 1a und 1b zeigen ein Ausführungsbeispiel eines Laufrades für Pumpen, insbesondere Radialpumpen, gemäss vorliegender Erfindung. Das Laufrad 1 des Ausführungsbeispiels umfasst eine Nabe 4, eine

Zwischenwand 6, an welcher auf beiden Seiten je eine oder mehrere Schaufeln 2a, 2'a, 2b, 2'b vorgesehen sind, und einen Durchlass 3, der beispielsweise, wie in den Figuren 1a und 1b gezeigt, in Form von fünf Durchlassöffnungen ausgebildet ist, um einen gewünschten Förderstrom auf die Schaufeln 2a, 2'a, 2b, 2'b auf beiden Seiten der Zwischenwand 6 zu verteilen. Die Durchlassöffnungen sind im Ausführungsbeispiel in einem an die Nabe 4 angrenzenden Bereich des Laufrades ausgebildet.

Selbstverständlich sind auch andere Ausbildungen des Durchlasses 3 möglich. Zweckmässigerweise weist das Laufrad 1 eine Saugseite 5a auf, die in eingebautem Zustand des Laufrades zu einer Saugöffnung der Pumpe gerichtet ist, und die Schaufeln 2b, 2'b auf der der Saugseite abgewandten Seite 5b der Zwischenwand sind über den Durchlass 3, d.h. in dem gezeigten Beispiel über die fünf Durchlassöffnungen, mit der Saugseite 5a verbunden.

- Im Ausführungsbeispiel ist das Laufrad 1 zu beiden Seiten hin offen. Es ist aber auch möglich, dass das Laufrad nur auf einer Seite, beispielsweise der Saugseite 5a offen ist oder bei Bedarf auch geschlossen ist. Im Ausführungsbeispiel sind zwischen den Durchlassöffnungen und dem Radumfang verkürzte Schaufeln 2'a, 2'b, sogenannte Splitter Vanes vorgesehen. In einer Ausführungsvariante sind die Schaufelkanten am Austritt abgeschrägt. In der in den Figuren 1a und 1b gezeigten Variante sind die Schaufelaustrittskanten auf der Saugseite 5a doppelt abgeschrägt, einmal weisen sie eine Abschrägung zur Saugseite hin auf und zusätzlich noch eine druckseitige Profilierung (Verjüngung). Bei Bedarf können, wie in den Figuren 1a und 1b gezeigt, die Schaufeleintrittskanten auf der Saugseite 5a mit einer saugseitige Profilierung versehen werden. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Schaufelaustrittskanten auf der der Saugseite abgewandten Seite 5b abzuschrägen oder für beide Seiten zusammen eine gemeinsame Abschrägung vorzusehen, sowie ein- und/oder beidseitig achsparallele Schaufelaustrittskanten vorzusehen.
- Im Ausführungsbeispiel verlaufen alle Schaufeln 2a, 2'a, 2b, 2'b gerade in radialer Richtung nach aussen. Der Schaufeleintrittswinkel  $\beta_1$  und der Schaufelaustrittswinkel  $\beta_2$  betragen somit beide in erster Näherung  $90^\circ$ . Der tatsächliche Schaufelaustrittswinkel  $\beta_2$  auf der Saugseite 5a ist in Folge der druckseitigen Profilierung der Schaufelaustrittskante geringfügig kleiner als

90°. Es ist jedoch auch möglich, gekrümmte Schaufeln mit einem Schaufelaustrittswinkel  $\beta_2$  kleiner oder grösser als 90° vorzusehen. Mit Vorteil ist der Schaufeleintrittswinkel  $\beta_1$  kleiner als der Schaufelaustrittswinkel  $\beta_2$  und vorzugsweise kleiner oder gleich 90°. Vorteilhafterweise weisen die Schaufeln

- 5 2a, 2'a, 2b, 2'b mindestens auf einer Seite, vorzugsweise auf der Saugseite 5a, eine Schaufeleintrittsbreite  $b_1$  auf, die grösser ist als die Schaufelaustrittsbreite  $b_2$ . Die Schaufeleintrittsbreiten  $b_1$  auf der Saugseite 5a und der der Saugseite abgewandten Seite 5b werden zweckmässigerweise derart bestimmt, dass eine gute Saugfähigkeit erhalten wird. Das Verhältnis
- 10 der Schaufelbreiten auf der Saugseite 5a und der der Saugseite abgewandten Seite 5b kann in weiten Grenzen gewählt werden. In einer typischen Ausführungsvariante sind die Schaufelbreiten auf beiden Seiten annähernd gleich gross.

- In einer bevorzugten Ausführungsvariante weist das Laufrad 1 eine spezifische Drehzahl  $n_q$  im Bereich von 2 - 20 min.<sup>-1</sup> auf, vorzugsweise im Bereich von 7 - 12 min.<sup>-1</sup>.

- In der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsvariante umfasst das Laufrad eine Zwischenwand 6, deren Aussendurchmesser kleiner ist als der Aussendurchmesser des Laufrades. Auf beiden Seiten der Zwischenwand 6 ist je eine Schaufel 2a, 2b ausgebildet, die sich am äusseren Ende vereinen, sodass die beiden Schaufeln eine gemeinsame Austrittskante 7 besitzen. Die Zwischenwand 6 und die Schaufeln 2a, 2b sind auf einer Nabe 4 angeordnet. Zusätzlich ist in einem an die Nabe 4 angrenzenden Bereich des Laufrades ein Durchlass 3 ausgebildet, der die beiden Seiten der Zwischenwand 6 fluidleitend verbindet. Da sich die Zwischenwand 6 in dieser Ausführungsvariante nur über einen Teil der Schaufellänge erstreckt, kann die Zwischenwand wahlweise auch als Zwischensteg bezeichnet werden.

- Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Pumpe, vorzugsweise einer Prozesspumpe, mit einem Laufrad gemäss vorliegender Erfindung. Die 30 Pumpe 10 des vorliegenden Ausführungsbeispiels umfasst ein Laufrad 1, beispielsweise ein offenes Laufrad gemäss dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel, mit einer Nabe 4, einer Zwischenwand 6, an der auf beiden Seiten je Schaufeln 2a, 2b vorgesehen sind, und mit einem Durchlass

- 3, um einen gewünschten Förderstrom auf die Schaufeln 2a, 2b auf beiden Seiten der Zwischenwand 6 zu verteilen. Weiter umfasst die Pumpe 10 ein Gehäuse 11, eine Eintritts- oder Saugöffnung 12, einen Ringkanal 17a, der aussen an das Laufrad 1 anschliesst, einen Diffusoreinsatz 17 und einen
- 5 Ringraum 17b der in einen Austritts- oder Druckstutzen 13 mündet. Mittels eines geänderten Einsatzes 17 kann auch eine Spirale oder ein Ringraum erzeugt werden, die direkt mit dem Austritts- oder Druckstutzen 13 verbunden sind. Durch Anpassung des Diffusoreinsatzes 17 ist es möglich, den bei Pumpen mit tiefen spezifischen Drehzahlen meist beträchtlichen Radialschub
- 10 auszugleichen. Selbstverständlich kann als Leitvorrichtung auch ein gegossenes Gehäuse ohne auswechselbaren Einsatz verwendet werden.

Weiter umfasst die Pumpe eine Welle 14, eine Wellenabdichtung 15, beispielsweise eine Stopfbuchse, und Lager 16a, 16b zur Lagerung der Welle. Die Lager 16a, 16b sind im Ausführungsbeispiel als Kugellager

15 ausgeführt, die je nach Ausführung neben radialen auch axiale Kräfte aufnehmen können. In Fig. 3 sind z.B. die Lager 16b rechts im Bilde speziell zu Aufnahme von radialen und axialen Kräften ausgebildet, sodass eine allfällige, nicht vollständig ausgeglichene Restkomponente des Axialschubes problemlos aufgenommen werden kann.

- 20 In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb einer Pumpe, beispielsweise einer Pumpe gemäss dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel, mit mindestens einem Laufrad wird das Laufrad 1 zusätzlich mit einer Zwischenwand 6 versehen, an welcher auf beiden Seiten je eine oder mehrere Schaufeln 2a, 2b vorgesehen sind, und
- 25 mit einem Durchlass 3, welcher die beiden Seiten der Zwischenwand 6 fluidleitend verbindet. In dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein gewünschter Förderstrom auf die Schaufeln 2a, 2b auf beiden Seiten der Zwischenwand 6 verteilt, indem ein Teil des Förderstromes, beispielsweise zwischen 5 und 75 % und vorzugsweise etwa 50% durch den
- 30 Durchlass 3 von einer Seite der Zwischenwand 6 auf die andere Seite geführt wird. Der Förderstrom des Laufrades 1 wird mit Vorteil so auf die Schaufeln 2a, 2b auf beiden Seiten aufgeteilt, dass der Axialschub ausgeglichen wird. Die oben beschriebene Ausführungsform des erfindungsgemäßen

Verfahrens kann sowohl in einstufigen als auch in mehrstufigen Pumpen angewendet werden.

Das erfindungsgemäße Laufrad hat den Vorteil, dass die Aufteilung des Förderstromes auf die Schaufeln auf beiden Seiten der Zwischenwand einen einfachen und praktisch vollständigen Axialschubausgleich ermöglicht. Weiter zeichnet sich das oben beschriebene Laufrad durch eine stabile Kennlinie und einen guten Wirkungsgrad aus. Das erfindungsgemäße Laufrad kann sowohl in einstufigen als auch in mehrstufigen Pumpen eingesetzt werden.  
5

Patentansprüche

P.7335

1. Laufrad für Pumpen, insbesondere Radialpumpen, welches Laufrad (1) eine oder mehrere Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) umfasst, dadurch gekennzeichnet,
  - 5 dass das Laufrad (1) zusätzlich eine Zwischenwand (6) umfasst, an welcher auf beiden Seiten je eine oder mehrere Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) vorgesehen sind, und dass in der Zwischenwand (6) mindestens ein Durchlass (3) ausgebildet ist, um einen gewünschten Förderstrom auf die Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 10 2'b) auf beiden Seiten der Zwischenwand zu verteilen.
2. Laufrad nach Anspruch 1, wobei das Laufrad (1) eine Saugseite (5a) aufweist, die zu einer Saugöffnung der Pumpe gerichtet ist, wobei die Schaufeln (2b, 2'b) auf der der Saugseite abgewandten Seite (5b) der Zwischenwand (6) über den mindestens einen Durchlass (3) mit der Saugseite (5a) verbunden sind.
  - 15 3. Laufrad nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das Laufrad (1) eine Nabe (4) aufweist, und wobei mehrere Durchlassöffnungen (3) in einem an die Nabe (4) angrenzenden Bereich des Laufrades (1) ausgebildet sind.
- 20 4. Laufrad nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Laufrad (1) zur Saugseite (5a) oder zu beiden Seiten (5a, 5b) hin offen ist, und/oder wobei die Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) zusätzlich verkürzte Schaufeln (2'a, 2'b), sogenannte Splitter Vanes, umfassen.
- 25 5. Laufrad nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Schaufelaustrittskanten (7) auf der Saugseite (5a) und/oder auf der der Saugseite abgewandten Seite (5b) der Zwischenwand (6) abgeschrägt sind, insbesondere derart, dass die Schaufeln (2a, 2'a) auf der Saugseite (5a) in radialer Richtung am kürzesten sind, während die Schaufeln (2b, 2'b) auf der der Saugseite abgewandten Seite (5b) der Zwischenwand (6) achsparallele Austrittskanten aufweisen.
  - 30

6. Laufrad nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) auf beiden Seiten der Zwischenwand (6) so ausgebildet sind, dass bei Teillast eine geordnete Zirkulation entsteht und das Laufrad eine Kennlinie aufweist, die stetig steigt, insbesondere stetig und deutlich steigt, wenn der Förderstrom Q gegen Null geht.
7. Laufrad nach Anspruch 6, wobei die Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) auf beiden Seiten der Zwischenwand (6) unterschiedlich ausgebildet sind, insbesondere dass die Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) auf beiden Seiten der Zwischenwand (6) unterschiedliche Abschrägungen der Austrittskanten und/oder unterschiedliche Schaufelaustrittswinkel  $\beta_2$  und/oder unterschiedliche Schaufelzahlen aufweisen.
8. Laufrad nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Laufrad (1) eine spezifische Drehzahl  $n_q$  im Bereich von 2 - 20 min.<sup>-1</sup>, insbesondere im Bereich von 5 - 12 min.<sup>-1</sup>, aufweist.
9. Pumpe, insbesondere Radialpumpe, mit einem Laufrad (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.
10. Verfahren zum Betrieb einer Pumpe, insbesondere Radialpumpe, mit einem Laufrad (1), dadurch gekennzeichnet,
  - dass das Laufrad (1) zusätzlich mit einer Zwischenwand (6), an welcher auf beiden Seiten je eine oder mehrere Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) vorgesehen sind, und mit mindestens einem Durchlass (3) versehen wird, welcher die beiden Seiten verbindet, und
  - dass ein gewünschter Förderstrom auf die Schaufeln (2a, 2'a, 2b, 2'b) auf beiden Seiten der Zwischenwand (6) verteilt wird, insbesondere indem ein Teil des Förderstromes durch den mindestens einen Durchlass (3) von einer Seite der Zwischenwand auf die andere Seite geführt wird.

Zusammenfassung

- Ein Laufrad (1) für Radialpumpen umfasst eine Zwischenwand (6), an welcher auf beiden Seiten je mehrere Schaufeln (2a, 2b) vorgesehen sind. In der Zwischenwand (6) sind Durchlassöffnungen (3) ausgebildet, um einen gewünschten Förderstrom auf die Schaufeln (2a, 2b) auf beiden Seiten der Zwischenwand zu verteilen.
- 5

Fig. 2

1/3

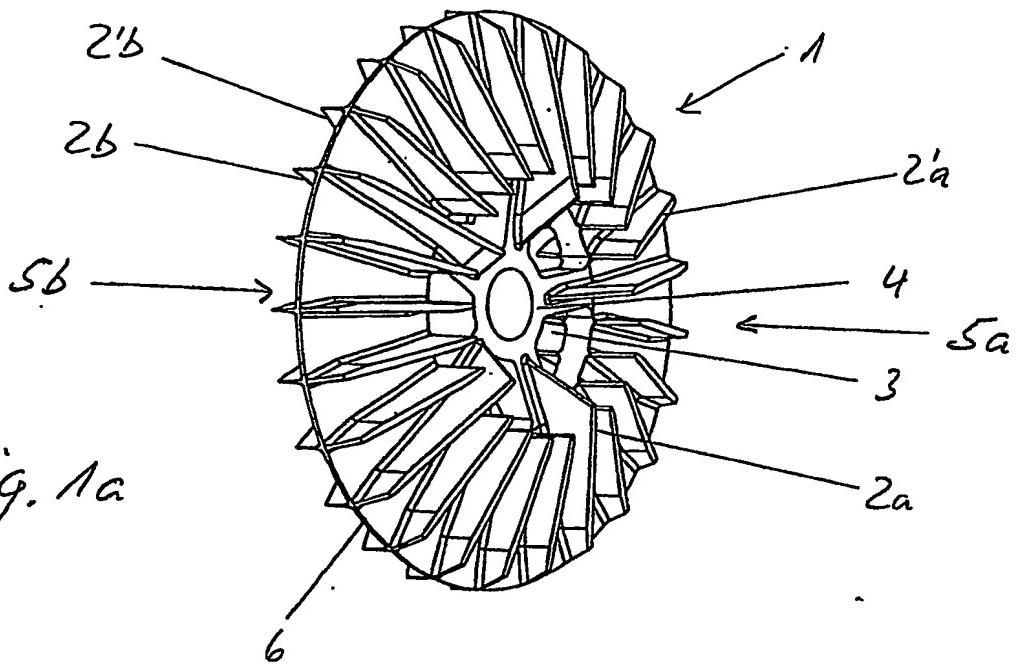


Fig. 1a

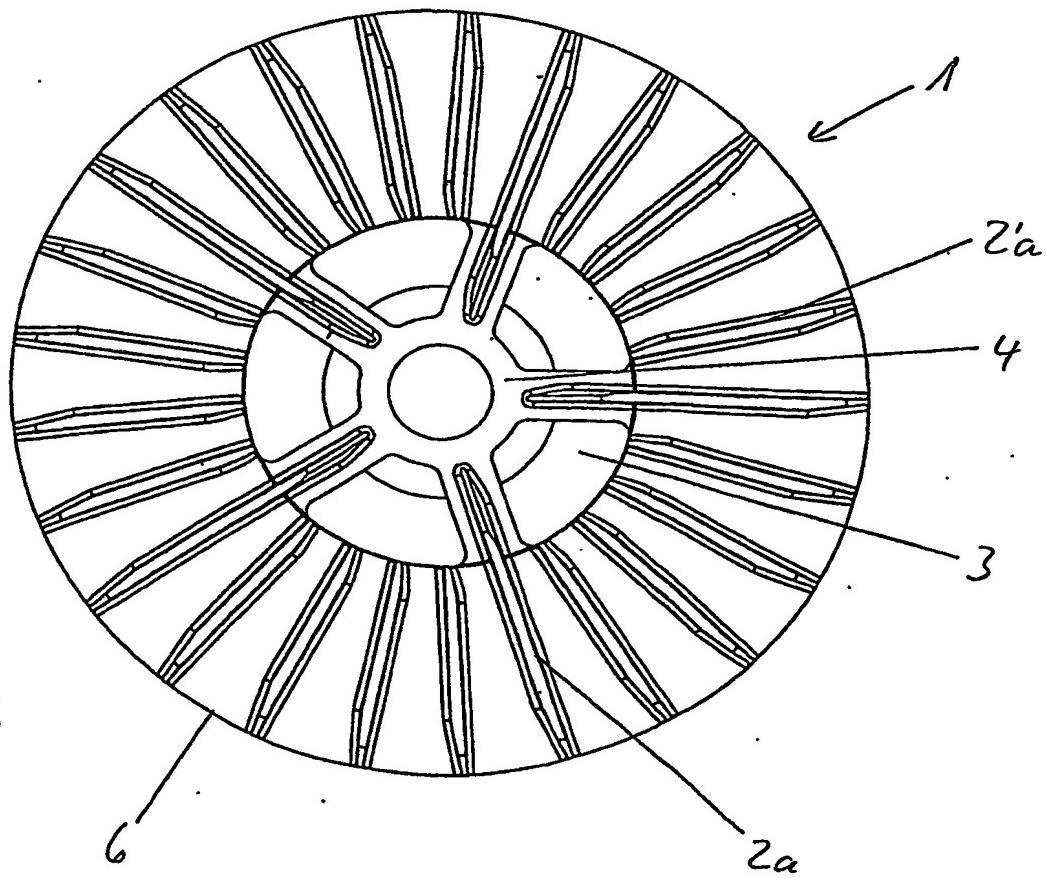


Fig. 1b

2/3

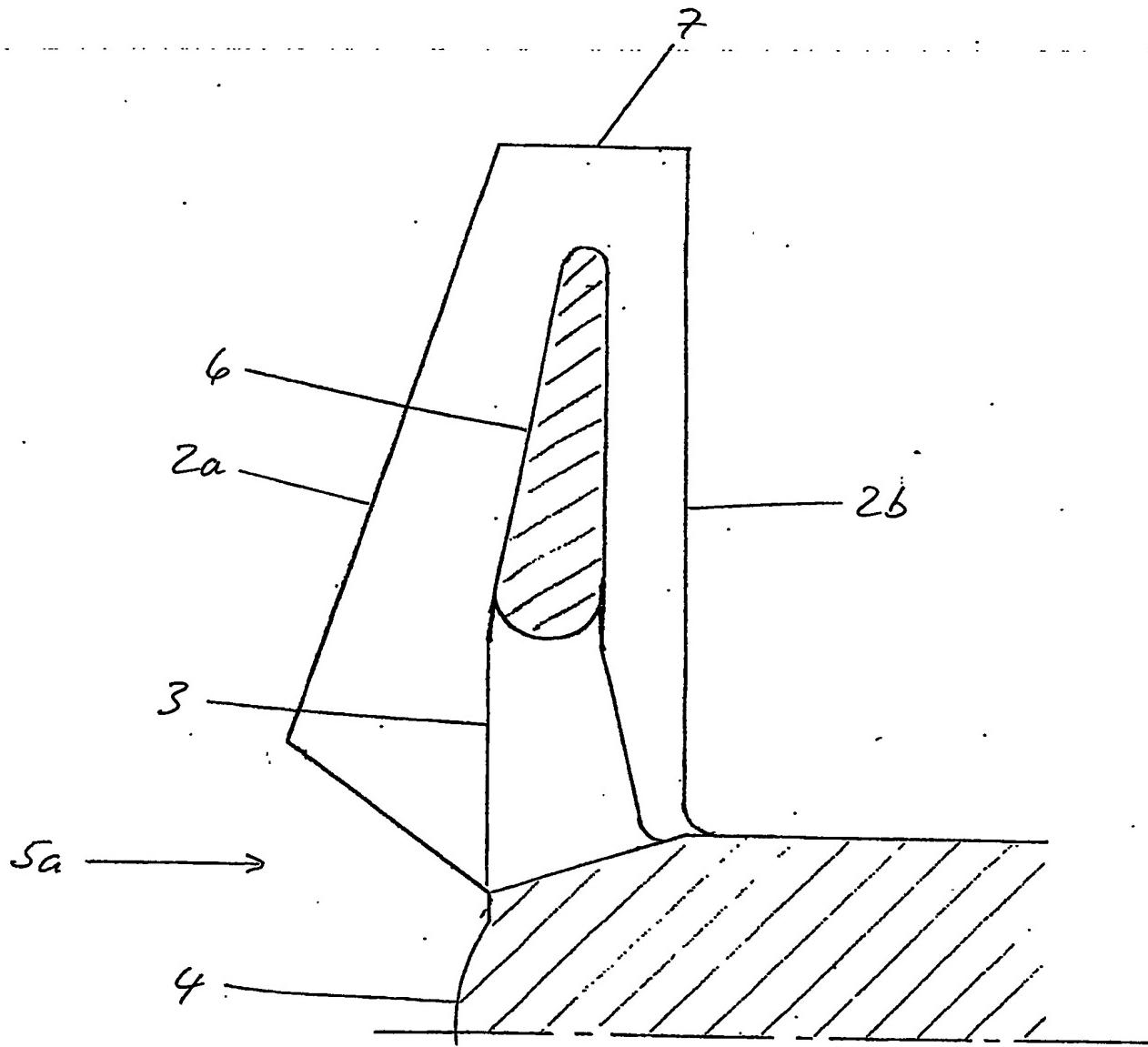


Fig. 2

3/3

